BETON MUTU TINGGI DENGAN FLY ASH SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN DAN SUPERPLASTICIZER SEBAGAI ADMIXTURE DENGAN MENGGUNAKAN FAS 0,42 s.d 0,46

Raditya Prana M

Program Studi S1 Teknik Sipil, Jurusan Teknk Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Raditya.20086@mhs.unesa.ac.id

Yogie Risdianto

Dosen S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

yogierisdianto@unesa.ac.id

ABSTRAK

Beton daya tahan tinggi adalah definisi umum dari beton berkualitas tinggi. Beton mutu tinggi sangat padat dan memiliki porositas yang rendah. Beton mutu tinggi yang memiliki kekuatan sebesar 60 MPa telah digunakan di Indonesia. Beton mutu tinggi berasal dari bahan bahan yang berkualitas tinggi seperti semen portland tipe 1, agregat kasar yang memiliki butir kecil, terkadang menggunakan bahan pengganti semen lainnya seperti *fly ash*, *silica fume* dan menggunakan *superplasticizer*. Beton mutu tinggi bisa terbentuk karena Faktor air semen yang rendah dan menggunakan *superplasticizer* dengan takaran tidak lebih 2% dari pasta semen untuk mencapai workability yang diinginkan. Workability pasta semen tidak meningkat dengan penambahan *superplasticizer* pada dosis lebih dari 2%. Penelitian yang dilakukan ini menggunakan *superplasticizer* dengan dosis 0,75% terhadap berat semen, *fly ash* dan menggunakan Faktor air semen sebesar 0,42, 0,44 dan 0,46. *Fly Ash* yang digunakan menggunakan tipe F. Berdasarkan (ASTM C-494) *fly ash* tipe F bersifat mengurangi air dan menambah porositas. Sampel yang digunakan adalah silinder beton yang memiliki tinggi 20 cm dan diameter 10 cm dengan benda uji sebanyak 12 sampel setiap variasi faktor air semen. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah trial & error dengan maksud melakukan percobaan berulang kali hingga mendapatkan hasil yang diinginkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai optimum *superplasticizer* dan *fly ash* sebagai bahan tambah pada beton mutu tinggi dan untuk mengetahui pengaruh dari bahan tambah *superplasticizer* dan bahan pengganti semen yaitu *fly ash* dalam pembentukan beton mutu tinggi yang ditargetkan mencapai kekuatan 37,05 MPa dan termasuk dalam kategori beton mutu tinggi.

Kata Kunci: Beton mutu tinggi, Kuat tekan, Faktor air semen, *Fly ash, Superplasticizer*

ABSTRACT

High-durability concrete is a general definition of high-quality concrete. High-strength concrete is very dense and has low porosity. High-quality concrete with a strength of 60 MPa has been used in Indonesia. High-quality concrete comes from high-quality materials such as type 1 Portland cement, coarse aggregate with tiny grains, sometimes using other cement substitutes such as fly ash, silica fume, and superplasticizers. High-quality concrete can be formed due to the low water-cement factor and using a superplasticizer with a dose of not more than 2% of cement paste to achieve the desired workability. The workability of the cement paste does not increase with the addition of a superplasticizer at a dose of more than 2%. This research used a superplasticizer at a dose of 0.75% by weight of cement and fly ash and used a cement water factor of 0.42, 0.44, and 0.46. The fly ash used is type F. Based on (ASTM C-494) type F fly ash reduces water and increases porosity. The sample used was a concrete cylinder with a height of 20 cm and a diameter of 10 cm, with 12 samples for each variation of the cement water factor. The method used in this research is trial & error to do experiments repeatedly to get the desired results. This study aims to determine the optimum value of superplasticizer and fly ash as additives in high-quality concrete and to determine the effect of superplasticizer additives. Cement substitutes, namely fly ash, in the formation of high-quality concrete, which is targeted to achieve a strength of 37.05 MPa and is included in the category of high-quality concrete.

***Key Word**: High strength concrete, Compressive Strength, Cement water factor, Fly ash, Superplasticizer.*

1.PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Zaman modern, masa yang semunya sudah canggih, masa dimana manusia mendapatkan bantuan dari mesin untuk mempermudah pekerjaannya, masa dimana segala pekerjaan kontruksi tidak luput dari penggunaan beton. Beton yang sudah sejak dulu sudah dikenal dengan kekuatan tekan yang bisa sesuai keinginan dan mudah diproduksi secar universal dan biaya yang ekonomis. Pembangunan infrastruktur yang baik akan memiliki hubungan timbal balik dengan pertumbuhan ekonomi, karena dapat menimbulkan pengembangan ekonomi yang lebih luas.

Beton adalah zat yang dibuat dengan menggabungkan semen portland, air, agregat kasar, dan agregat halus maupun bahan tambah lainnya. Beton mutu tinggi merupakan sebuah pilihan untuk digunakan dalam pembangunan suatu bangunan yang membutuhkan kekuatan beton yang tinggi seperti contoh: pembangunan Gedung bertingkat tinggi, pembangunan jembatan, pembangunan offshore, dll. Saat memproduksi beton mutu tinggi, pemilihan material sangat berpengaruh agar dapat berfungsi dengan keinginan dan mampu melayani kebutuhan pembangunan jembatan, jalan, atau bangunan yang membutuhkan beton. Pada tahun 1990, beton baru berkualitas tinggi dengan kuat tekan rata-rata 85 MPa dapat diproduksi di laboratorium dengan penambahan Superplasticizer yang memiliki nilai slump 15 cm di Indonesia. Campuran beton yang dihasilkan mengandung 480 kg/cm2 semen dan memiliki faktor air-semen (FAS) sebesar 0,32 (Supartono, 1998).

Ada banyak inovasi di zaman sekarang ini, terutama untuk memproduksi beton dengan bahan yang mudah didapat dan ramah lingkungan. Untuk menciptakan sebuah inovasi maka terlintas suatu ide yaitu dengan memanfaatkan benda yang sudah tidak terpakai atau limbah. Namun, tidak semua barang yang tidak terpakai dapat digunakan dalam pembuatan beton. Maka dari itu limbah yang digunakan adalah *fly ash* dan *Superplasticizer.*

Fly ash digunakan karena mengandung Si (Silika) dan Al (Aluminium) dalam konsentrasi yang relatif tinggi. Fly ash, termasuk bahan yang dapat membantu dalam pembuatan beton mutu tinggi. *Fly ash* memiliki pengertian salah satu limbah hasil pembakaran batu bara di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang jumlahnya mencapai 8 juta ton setiap tahunnya. Dalam upaya menghasilkan beton yang mudah dikerjakan dan memiliki workability yang baik, s*uperplasticize*r menjadi bahan pilihan. *Penggunaan superplasticizer* yang berlebihan atau kekurangan dapat secara signifikan mengurangi kualitas beton yang baru diletakkan. (Nugraha & Antoni, 2007).

1.2.Rumusan Masalah

Sesuai dengan konteks penelitian ini, rumusan masalah dipaparkan sebagai berikut:

1.Bagaimanakah karakteristik penggunaan *superplasticizer* dan *fly ash* sebagai bahan tambah pada beton mutu tinggi?
2.Berapa nilai optimum penggunaan s*uperplasticizer* dan *fly ash* sebagai bahan tambah pada beton mutu tinggi?

1.3.Tujuan

Tujuan yang akan dicapai darì penelitian ini, antara lain sebagai berikut:

1.Mendapatkan karakteristik penggunaan *superplasticizer* dan *fly ash* sebagai bahan tambah pada beton mutu tinggi
2.Mendapatkan nilai optimum *superplasticizer* dan *fly ash* sebagai bahan tambah pada beton mutu tinggi
3.Mengetahui pengaruh *fly ash* dan s*uperplasticizer* terhadap beton mutu tinggi.

1.4.Batasan Masalah

Sehubungan dengan permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini,maka dari itu dilakukan pembatasan masalah. Berikut ini adalah batasan masalah yang ada :

1.Mix design berdasarkan (SNI 2834, 2000) dengan faktor air semen yang digunakan sebesar 0,42; 0,44; 0,46. Faktor air semen berdasarkan dari ahli dalam bidang beton Universitas Negeri Surabaya.
2.Penelitian ini bersifat Trial & Error dalam pelaksanaannya
3.Beton bermutu tinggi digunakan untuk membuat benda uji, yang memiliki diameter 100 mm dan tinggi 200 mm.
4.Sifat kimia dari masing – masing bahan tidak dilakukan pengujian
5.Penelitian ini tidak memperhitungkan biaya.
6.Persentase *fly ash* yang digunakan sebesar 12,5 % dan *Superplasticizer* sebesar 0,75% terhadap berat semen

2.METODE

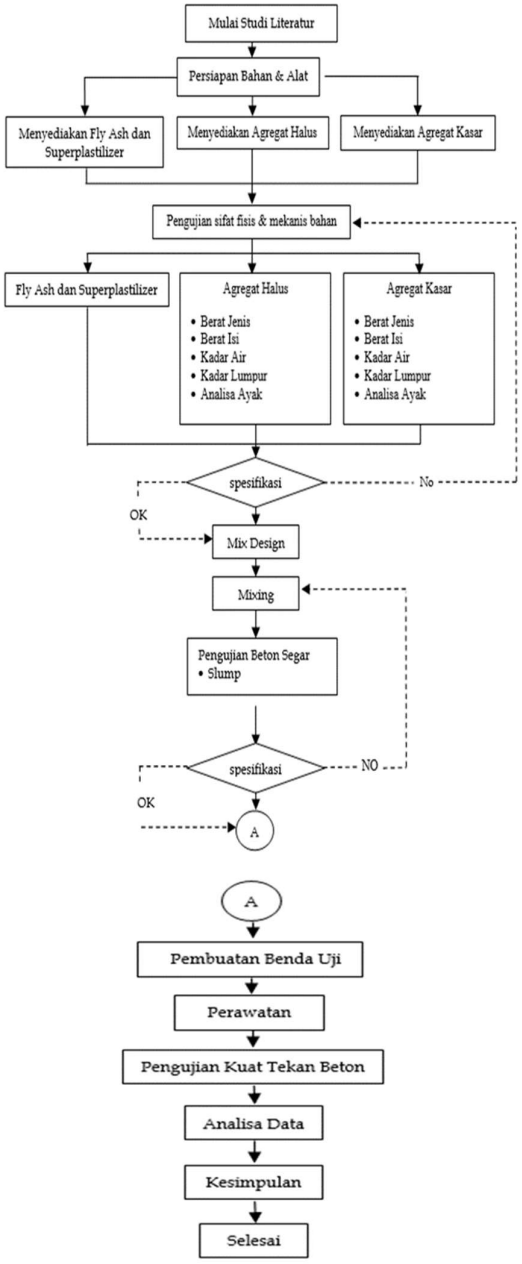
2.1.Jenis dan Rancangan Penelitian

Metodologi penelitian merupakan suatu kegiatan dengan tujuan untuk mencari informasi atau sebuah data yang nantinya akan digunakan dalam sebuah penelitian. Data atau informasi ini bisa dalam berebagai bentuk contohnya seperti jurnal, tesis, artikel koran, dll. Informasi atau data ini bisa dapat diperoleh di media elektronik atau dapat membuat survei.

Metodologi pendekatan penelitian ini menggunakan desain eksperimen. Maksud dari metode eksperimen itu sendiri adalah metode yang dilakukan di laboratorium yang dalam penelitian tersebut terdapat perlakuan (treatment) tertentu untuk menyelidiki dampak pengaruh perlakuan tertentu dalam kondisi yang dipantau dengan hati-hati.

UNESA Universitas Negeri Surabaya

Artikel ilmiah terdahulu yang membahas mengenai beton mutu tinggi dengan referensi (Pujianto, 2010) dan (Tilik, 2011) akan menjadi sumber pembelajaran atau acuan penelitian pembuatan beton mutu tinggi dengan *Fly ash* sebagai substitusi semen dan *superplasticize*r sebagai admixture dengan menggunakan FAS 0,42 s/d 0,46. Pada penelitian tersebut terdapat variasi yang ditambahkan pada objek yang diteliti. Pembuatan betn mutu tinggi ditambahkan dengan *Fly ash* sebagai substitusi semen dan *superplasticizer* sebagai admixture dengan FAS 0,42 ; 0,44 ; 0,46. Terdapat rancangan penelitian yang dilakukan dan rancangan penelitian tersebut akan dijabarkan pada Diagram alir metodologi penelitian dibawah ini.



Gambar 1. Skema rancangan penelitian

2.2. Pengujian Bahan Campuran Beton

Sebelum melaksanakan pembuatan benda uji beton, bahan–bahan penyusun beton mutu tinggi dilakukan pengujian dahulu. Pengujìan ini bertujuan untuk mengetahui kualitas bahan agar waktu menggunakan bahan tersebut sudah memenuhi standar yang ada. Pengujian bahan meliputi:

1. Pengujian agregat halus (Pasir)

Pasir merupakan agregat halus yang diteliti dalam penelitian ini. Pada penelitian ini, pengujian agregat halus dilakukan dengan menggunakan:

- Berat jenis pasir
- Berat volume pasir,
- Kadar lumpur pasir,
- Penyerapan pasir
- Kadar air dalam pasir
- Uji gradasi ayakan pasir

2. Pengujian Berat Volume Pasir

Pengujian berat volume pasir berdasarkan dengan (SNI 1973, 2013) dengan metode sebagai berikut :

Tanpa Rojokan

- Takaran ditimbang beratnya
- Takaran diisi pasir sampai penuh dan bagian atasnya diratakan
- Takaran dan pasir lalu ditimbang

Dengan Rojokan

- Takaran ditimbang beratnya
- Takaran diisi pasir tiga tahap, tiap tahap 1/3 bagian dirojok sebanyak 25 kali
- Takaran yang telah terisi 2/3 bagian dan telah dirojok tersebut diisi lagi sampai penuh dan bagian atasnya diratakan
- Takaran yang terisi pasir penuh tersebut ditimbang beratnya

Kemudian dengan hasil pengujian berat volume dengan rojokan dan tanpa rojokan dilakukan rata-rata dan hasil rata-rata tersebut merupakan hasil dari berat volume.

3. Pengujian agregat kasar (Kerikil)

Kerikil digunakan sebagai agregat kasar dalam penelitian ini dengan ukuran 0,5 cm. Pengujian agregat kasar penelitian ini meliputi:

- Berat jenis kerikil
- Berat volume kerikil
- Kadar lumpur dalam kerikil
- Penyerapan kerikil
- Uji gradasi ayakan kerikil

4. Pengujian Berat Volume Kerikil

Pengujian berat volume kerikil berdasarkan dengan (SNI 1973, 2013) dengan metode sebagai berikut :

Tanpa Rojokan

- Takaran ditimbang beratnya
- Takaran diisi kerikil sampai penuh dan bagian atasnya diratakan
- Takaran dan kerikil lalu ditimbang

Dengan Rojokan

- Takaran ditimbang beratnya
- Takaran diisi kerikil tiga tahap, tiap tahap 1/3 bagian dirojok sebanyak 25 kali
- Takaran yang telah terisi 2/3 bagian dan telah dirojok tersebut diisi lagi sampai penuh dan bagian atasnya diratakan
- Takaran yang terisi kerikil penuh tersebut ditimbang beratnya

Kemudian dengan hasil pengujian berat volume dengan rojokan dan tanpa rojokan dilakukan rata-rata dan hasil rata-rata tersebut merupakan hasil dari berat volume.

2.3. Pembuatan Benda Uji (SNI 2834, 2000)

Bahan komponen-komponen yang akan digunakan untuk membuat benda uji harus sudah siap terlebih dahulu. Informasi yang dibutuhkan untuk membangun campuran beton, seperti jenis semen, jenis agregat kasar dan halus, gradasi, dan ukuran butiran maksimum, harus dikumpulkan pada tahap pertama. Jumlah komposisi material perlu dilakukan pengecekan kembali sebelum dilakukan pencampuran beton segar. Komposisi berat atau perbandingan yang menggunakan metode konversi dari berat bahan menjadi nilai berat isi dapat digunakan dalam pencampuran bahan untuk produksi beton. Jumlah bahan yang akan dìcampurkan tergantung pada jumlah sampel yang akan dibuat dan jumlah pengujian yang akan dijalankan.

2.4. Pemeriksaan Kualitas Beton Segar

Berbagai cara untuk memeriksa mutu beton segar, namun slump Test digunakan dalam penelitian ini. Pengujian slump akan dijelaskan dengan detail dan metode berikut:

1. Pengujian Slump (SNI 1972, 1990)

Tujuan dari pengujìan ini adalah untuk menentukan nilai slump pada beton segar dan membandingkannya dengan kuat tekan beton yang dicapai. Metode pengujian slump berdasarkan dari (SNI 1972, 1990) dengan tahapan sebagai berikut :

- Cetakan dan plat diberi air sedikit dan dilap.
- Cetakan di letakkan di atas plat dengan kokoh.
- Melakukan pengisian cetakan dengan beton segar dalam 3 lapis. Setiap lapis berisi 1/3 dari cetakan. Dan setiap 1/3 dilakukan rojok sebanyak 25 kali dan seterusnya.
- Setelah penuh. Ratakan permukaan benda uji dengan tongkat dan singkirkan sisa benda uji yang jatuh.
- Angkat perlahan dan lurus ke atas.
- Balikkan cetakan dan letakkan perlahan di samping benda uji dan lakukan pengukuran dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan.

2.5. Perawatan Benda Uji

Proses ini, Benda ujì dirawat dengan cara menyimpan benda uji tersebut didalam kolam berisi air dan meletakkan benda uji di dalam kolam tersebut hingga tiba waktunya pengujian benda uji.

2.6. Pengujian Benda Uji (SNI 1974, 2011)

Pengujian benda ujì pada penelitian ini adalah dengan dengan pengujian terhadap kuat tekan betơn. Uji kuat tekan betơn bertujuan untuk melakukan koreksi mix design dengan cara membandìngkan kuat tekan hasil pengujian dengan kuat tekan yang direncanakan standarisasi. (SNI 1974, 2011).

1. Data Kuat Tekan

   Berikut rumus standarisasi (SNI 1974, 2011) data kuat tekan menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut:

   $Kuat\ Tekan\ (\sigma) = \frac{P}{A}$ .....(1)

   $Kuat\ Tekan\ Rata - rata\ (X) = \frac{\sum \sigma}{n}$

   keterangan:

   σ = Kuat tekan silinder ($\frac{Kg}{cm}$) atau ($\frac{N}{mm2}$)

   P = Beban maksimum (Kg)

   A= Luas penampang uji (Cm)

   N = Jumlah benda uji

3.HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian Karakteristik Material Beton

Pengujian karakteristik material betơn pada penelitian ini dilakukan pada kerikil, dan pasir. Pengujian dilakukan dengan berpedoman kepada Standar Nasional lndonesia (SNI)

a) Kerikil

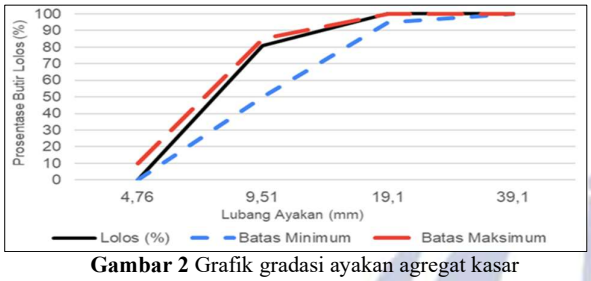
Pengujian kerikil memiliki pengujian yang beragam. Namun, pengujian kerikil yang digunakan dalam penilitian ini antara lain: Berat jenis kerikil, berat volume kerikil, kadar lumpur dalam kerikil, penyerapan kerikil, Uji ayakan kerikil. Berikut ini adalah hasil dari pengujian kerikil yang akan

UNESA Universitas Negeri Surabaya

disajikan dalam bentuk tabel. Pedoman pengujian berdasarkan dengan Standar Nasional lndonesia (SNI).

Tabel 1. Hasil uji kerikil

Uraian	Hasil	Standar SNI
Berat Jenis	2,0 gr/cm^3	(SNI 1970, 2008)
Penyerapan Air	5,80 %	(SNI 1970, 2008)
Berat Volume	1,25 %	(SNI 4804, 1998)
Kadar Lumpur Kerikil	0,07 %	(PBI, 1971)



Gambar 2 Grafik gradasi ayakan agregat kasar

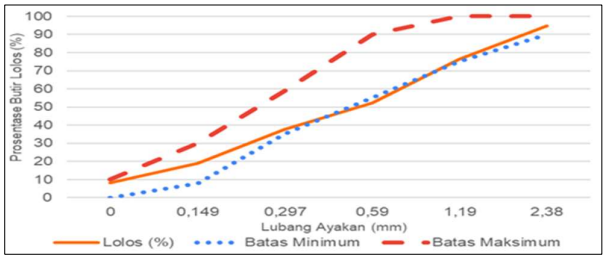
Gambar 2 menunjukkan bahwasannya kerikil yang digunakan termasuk dalam kerikil 10 mm dan dalam tabel tersebut didapat nilai fineness modulus (FM) untuk kerikil adalah 2,19. Hasil tersebut telah memenuhi syarat untuk menjadi bahan campuran beton. Berpedoman dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) material kerikil memenuhi standar sebagai bahan pembentuk beton.

b) Pasir

Terdapat persentase lolos yang beragam dalam pasir cuci yang memiliki kadar lumpur rendah yang digunakan dalam penelitian ini. Berikut ini adalah hasil dari pengujian pasir yang akan disajikan dalam bentuk tabel. Metode pengujian pasir ini berpedoman dengan Standar Nasional lndonesia (SNI).

Tabel 2. Hasil uji pasir

Uraian	Hasil	Standar SNI
Berat Jenis	2,6 gr/cm^3	(SNI 1970, 2008)
Penyerapan Air	9,6 %	(SNI 1970, 2008)
Berat Volume	1,59 %	(SNI 4804, 1998)
Kadar Lumpur Pasir	0,21 %	(PBI, 1971)
Kadar air dalam pasir	0,05 %	(PBI, 1971)



Gambar 3 Grafik gradasi ayakan agregat halus

Pasir yang digunakan tergolong pasir zona 2 atau pasir yang lebih kasar seperti terlihat pada **Gambar 3.** Dalam tabel tersebut didapat nilai fineness modulus (FM) untuk pasir adalah 3,12. Hasil FM tersebut menunjukkan bahwa pasir yang digunakan telah memenuhi syarat (nilai 1,50 – 3,80). Menurut dari Standar Nasional Indonesia (SNI) material pasir memenuhi standar sebagai bahan campuran beton.

3.2. Hasil Perencanaan *Mix Design* Beton

(SNI 2834, 2000) menjadi dasar pedoman perencanaan perencanaan campuran beton pada penelitian ini. Perencanaan ini bertujuan untuk menentukan banyaknya material beton. Perhitungan mix design beton direncanakan untuk mendapatkan mutu beton f'c 37,35 MPa dengan *superplasticizer* sebagai admixture dan *fly ash* sebagai substitusi semen. Berikut ini lampiran data rencana kebutuhan material beton dengan besaran mutu sebesar f'c 37,35 MPa.

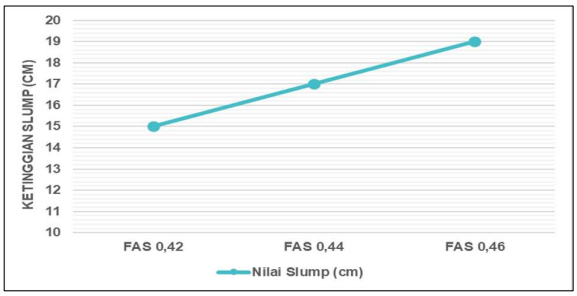
Tabel 3 Perencanaan kebutuhan material pada 1m^3

KEBUTUHAN BAHAN MIX DESIGN							
Kondisi Fly ash 12,5 % dan Superplasticizer 0,75% dari Semen							
No	*Variasi (Semen : Fly Ash*	*Faktor Air Semen (Kg)*	*Semen (Kg)*	*Air (Kg)*	*Fly Ash (Kg)*	*Agregat Halus (Kg)*	*Agregat Kasar (Kg)*
1	87,5 % : 12,5 %	0,42	483,4	422,5	69,1	947,9	1026,8
2	87,5 % : 12,5 %	0,44	483,4	435,5	69,1	944,7	1023,5
3	87,5 % : 12,5 %	0,46	483,4	442,0	69,1	938,5	1016,7

Tabel 3. menjelaskan kebutuhan bahan dari setiap variasi faktor air semen. Perencanaan mix design ini menggunakan variable bebas yakni adalah faktor aìr semen dengan variasi 0,42, 0,44 dan 0,46.

3.3. Hasil Pengujian Slump

Penelitian slump dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi tingkat kelecakan (workability) pada beton, semakin tinggi tingkat workability, semakin mudah untuk menghasilkan suatu beton. Pengujian slump ini berpedoman berdasarkan (SNI 1972, 1990). Berikut ini adalah data pengujian slump berdasarkan faktor air semen:



Gambar 4 Grafik pengujian slump berdasarkan faktor air semen.

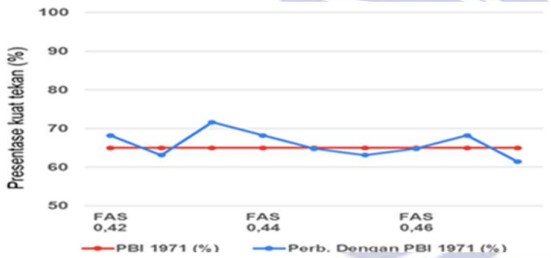
Benda uji dengan variasi faktor air semen sebesar 0,42 memperoleh nilai slump sebesar 15 cm seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 4**. Hasil tersebut menjelaskan bahwa benda uji dengan variasi faktor air semen 0,42 memiliki nilai slump terkecil sedangkan benda uji dengan variasi faktor air semen 0,46 memperoleh nilai tertinggi yaitu 19 cm.

3.4. Hasil Kuat Tekan Beton

Pada saat melakukan pengujian kuat tekan pada beton, beton harus sudah dikeluarkan dari bak curing minimal satu hari sebelumnya. Setelah itu beton yang akan diuji ditimbang terlebih dahulu beratnya dan diukur dimensi dari beton tersebut. Pengujian ini berpedoman kepada (SNI 1974, 2011) dan menurut (SNI 1974, 2011), untuk mendapat nilai tekan yaitu dengan cara beton diberikan beban desak hingga beton hancur.

a) Kuat tekan beton umur 7 hari

Terdapat 9 spesimen beton berumur 7 hari. Terdapat tiga benda uji dengan variasi faktor air semen 0,42, tiga benda uji dengan variasi FAS 0,44, dan tiga benda uji dengan variasi FAS 0,46. Total ada sembilan spesimen. Berikut ini adalah hasil uji kuat tekan beton:



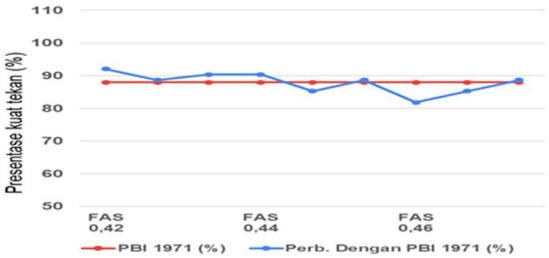
Gambar 5 Perbandingan dengan PBI 1971 pada kuat tekan umur 7 hari dengan ukuran beton 10 x 20 cm

Gambar 5 menjelaskan mengenai perbandingan hasil kuat tekan beton dengan Peraturan Beton Indonesia (PBI 1971). Hasil pada **Gambar 5** merupakan konversi dari kuat tekan beton dengan kuat tekan rencana sebesar 37,35 MPa.

Gambar 5 menjelaskan bahwasannya pada variasi faktor air semen 0,42 memiliki kuat tekan rata rata tertinggi dengan hasil 67,64 % dan untuk variasi faktor air semen 0,46 memiliki kuat tekan rata rata sebesar 64,8 %. Hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa pada variasi Faktor air semen 0,42 memenuhi persyaratan dari Peraturan Beton Indonesia 1971 (PBI 1971) dengan nilai yang disyaratkan yaitu 65 %.

b) Kuat tekan beton umur 14 hari

Terdapat 9 spesimen beton berumur 14 hari. Terdapat tiga benda uji dengan variasi faktor air semen 0,42, tiga benda uji dengan variasi FAS 0,44, dan tiga benda uji dengan variasi FAS 0,46. Total ada sembilan spesimen. Berikut ini adalah hasil uji kuat tekan beton:



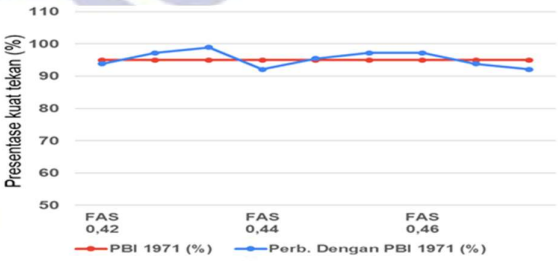
Gambar 6 Perbandingan dengan PBI 1971 pada kuat tekan umur 14 hari dengan ukuran beton 10 x 20 cm

Gambar 6 menjelaskan mengenai perbandingan hasil kuat tekan beton dengan Peraturan Beton Indonesia (PBI 1971). Hasil pada **Gambar 6** merupakan konversi dari kuat tekan beton dengan kuat tekan rencana sebesar 37,35 MPa.

Gambar 6 menjelaskan bahwasannya pada variasi faktor air semen 0,42 memiliki kuat tekan rata rata tertinggi dengan hasil 90,38 % dan untuk variasi faktor air semen 0,46 memiliki kuat tekan rata rata sebesar 85,27 %. Hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa pada variasi Faktor air semen 0,42 memenuhi persyaratan dari Peraturan Beton Indonesia 1971 (PBI 1971) dengan nilai yang disyaratkan yaitu 88 %.

c) Kuat Tekan Beton Umur 21 Hari

Terdapat 9 spesimen beton berumur 21 hari. Terdapat tiga benda uji dengan variasi faktor air semen 0,42, tiga benda uji dengan variasi FAS 0,44, dan tiga benda uji dengan variasi FAS 0,46. Total ada sembilan spesimen. Berikut ini adalah hasil uji kuat tekan beton:



Gambar 7. Perbandingan dengan PBI 1971 pada kuat tekan umur 21 hari dengan ukuran beton 10 x 20 cm

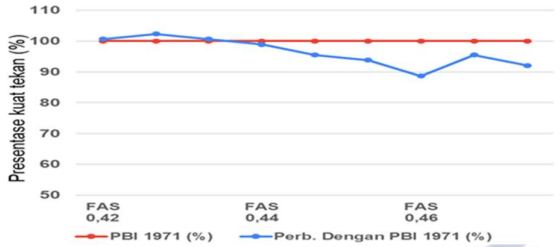
Gambar 7 menjelaskan mengenai perbandingan hasil kuat tekan beton dengan Peraturan Beton Indonesia (PBI 1971). Hasil pada **Gambar 7** merupakan konversi dari kuat tekan beton dengan kuat tekan rencana sebesar 37,35 MPa.

Gambar 7 menjelaskan bahwasannya pada variasi faktor air semen 0,42 memiliki kuat tekan rata rata tertinggi dengan hasil 96,78 % dan untuk variasi faktor air semen 0,46 memiliki kuat tekan rata rata sebesar 94,57 %. Hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa pada variasi Faktor air semen 0,42

memenuhi persyaratan dari Peraturan Beton Indonesia 1971 (PBI 1971) dengan nilai yang disyaratkan yaitu 95 %.

d) Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Terdapat 9 spesimen beton berumur 28 hari. Terdapat tiga benda uji dengan variasi faktor air semen 0,42, tiga benda uji dengan variasi FAS 0,44, dan tiga benda uji dengan variasi FAS 0,46. Total ada sembilan spesimen. Berikut ini adalah hasil uji kuat tekan beton:



Gambar 8 Perbandingan dengan PBI 1971 pada kuat tekan umur 21 hari dengan ukuran beton 10 x 20 cm

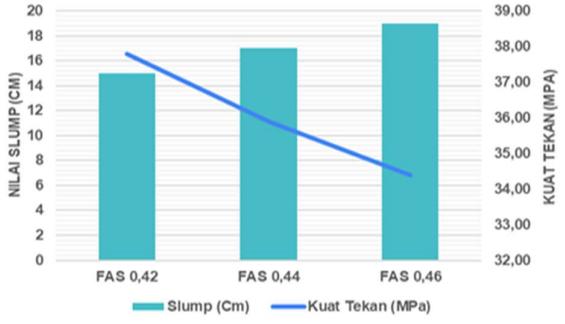
Gambar 8 menjelaskan mengenai perbandingan hasil kuat tekan beton dengan Peraturan Beton Indonesia (PBI 1971). Hasil pada **Gambar 8** merupakan konversi dari kuat tekan beton dengan kuat tekan rencana sebesar 37,35 MPa.

Gambar 8 menjelaskan bahwasannya pada variasi faktor air semen 0,42 memiliki kuat tekan rata rata tertinggi dengan hasil 101,18 % dan untuk variasi faktor air semen 0,46 memiliki kuat tekan rata rata sebesar 92,09 %. Hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa pada variasi Faktor air semen 0,42 memenuhi persyaratan dari Peraturan Beton Indonesia 1971 (PBI 1971) dengan nilai yang disyaratkan yaitu 100 %.

3.5. Pembahasan

a) Hubungan Antara Kuat Tekan dengan *Slump*

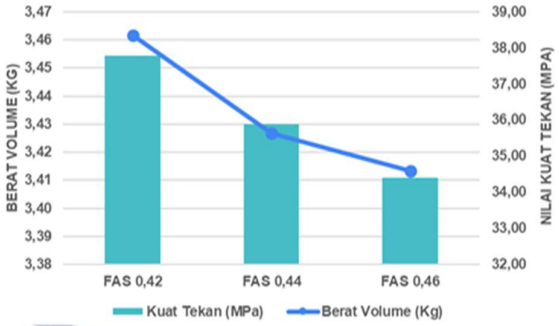
Penelitian ini ditarik kesimpulan bahwa semakin rendah nilai slump akan menghasilkan kuat tekan yang lebih besar. Hal ini mungkin terjadi akibat kandungan air semen yang tinggi, yang dapat melemahkan kemampuan beton menahan tekan. Namun, semakin tinggi faktor air semen akan lebih mudah untuk pengerjaan pembuatan dari beton tersebut.



Gambar 9 Hubungan antara besaran kuat tekan dengan nilai slump

b) Hubungan Antara Kuat Tekan dengan Berat Volume

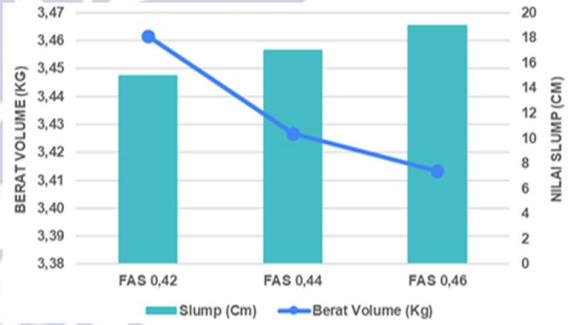
Penelitian ini ditarik kesimpulan bahwa tingginya nilai kuat tekan beton maka nilai berat volume beton juga tinggi. Ini bisa terjadi karena beton yang memiliki kuat tekan tinggi memiliki Faktor air semen yang kecil dan lebih banyak terkandung agregat halus dan kasar.



Gambar 10 Grafik hubungan antara kuat tekan dengan berat volume

c) Hubungan Antara Berat Volume dengan *Slump*

Penelitian ini ditarik kesimpulan bahwa semakin berat volume beton, maka semakin kecil nilai slump yang didapat. Ini bisa terjadi karena dalam pembuatan beton dengan Faktor air semen yang tinggi akan mengurangi agregat halus maupun agregat kasar dan berdampak pada nilai slump yang tinggi.



Gambar 11 Grafik hubungan antara berat volume dengan nilai slump

d) Hasil Penelitian dengan Jurnal Penelitian Terkait

"Pengaruh Abu Terbang dan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan Beton" oleh Lina Flaviana Tilik merupakan pedoman dalam pembuatan penelitian. Penelitian oleh Lina Flaviana Tilik dengan penelitian penulis memiliki perbedaan dalam kadar *fly ash* dan *superplasticizer*. Penelitian oleh Lina Flaviana Tilik tidak membahas mengenai berat volume dan slump, sedangkan berat volume dan slump merupakan pembahasan dari penelitian penulis. Terdapat juga beberapa kesamaan dalam penentuan tipe fly ash yang digunakan dalam pembuatan beton.Perbandingan hasil penelitian antara Lina Flaviana Tilik dengan penulis akan tersaji dalam bentuk tabel yang ada pada berikut ini:

UNESA Universitas Negeri Surabaya

Tabel 4 Perbandingan Penelitian dengan Lina Flaviana Tilik

Perbandingan	Penelitian Lina Flaviana Tilik	Penelitian Penulis
Benda Uji	Silinder 10 x 20 cm	Silinder 10 x 20 cm
Bahan Penyusun	Fly Ash type F, Superplasticizer Semen, Kerikil, Air, Pasir	Fly Ash type F, Superplasticizer Semen, Kerikil, Air, Pasir
Persentase Fly Ash	5%, 10%, 15%, 20%	12,5 %
Persentase Superplasticizer	0,6 %	0,75%
Umur Beton	3,7,14,21,28 Hari	3,7,14,21,28 Hari

Penelitian dari Lina Flaviana Tilik melakukan penambahan fly ash sebesar 20% dan superplasticizer 0,6% memiliki kuat tekan 28 hari sebesar 40,08 MPa dan penelitian penulis dengan penambahan fly ash sebesar 12,5% dengan superplasticizer 0,75% memiliki kuat tekan sebesar 38,22%. Perbedaan persentase penambahan fly ash dan superplasticizer yang berbeda menghasilkan kuat tekan yang berbeda.

4.SIMPULAN

Rumusan masalah dalam penelitian ini berfungsi sebagai dasar untuk kesimpulan ini. Beberapa kesimpulan dapat ditarik dari pembahasan dan penelitian yang dilakukan diantaranya bahwa pengaruh *Fly ash* dan *Superplasticizer* dalam pembuatan beton mutu tinggi dapat memudahkan dalam pembuatan beton mutu tnggi tersebut dan dapat membantu untuk mencapai kuat tekan beton yang direncanakan. Hal tersebut bisa terjadi karena sesuai karakteristik bahan *superplasticizer* yang memiliki sifat mengurangi air namun menambah workability dalam pembuatan beton mutu tinggi dan bahan *Fly ash* yang memiliki sifat mengurangi porositas dari semen.

Penelitian yang sudah dilakukan juga menghasilkan kesimpulan bahwa beton mencapai kuat tekan optimum pada variasi FAS 0,42. Dengan kekuatan sebesar 37,79 MPa disaat beton berumur 28 hari, dengan kekuatan beton sebesar 36,09 MPa disaat beton berumur 21 hari, dengan kekuatan sebesar 33,76 MPa disaat beton berumur 14 hari dan dengan kekuatan beton sebesar 25,27 MPa pada umur 7 hari. Variasi FAS 0,42 memiliki komposisi yaitu kadar *superplasticizer* 0,75 %, *fly ash* 12,5 % dan slump sebesar 15 cm.

5.SARAN

Beberapa rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut yang lebih baik telah dibuat berdasarkan temuan dan hasil penelitian yang dilakukan. Sehubungan dengan penelitian ini, saran berikut dibuat:

1. Perlunya penelitian yang lebih mendalam mengenai bahan *fly ash* dan *superplasticizer* untuk lebih mengetahui karakteristik bahan tersebut.
2. Untuk mencapai kuat tekan tertinggi, diperlukan penelitian yang lebih mendalam untuk mengetahui dampak penambahan material *fly ash* dan *superplasticizer.*
3. Untuk menentukan nilai terbaik superplasticizer dan *fly ash* sebagai bahan tambahan beton mutu tinggi, penelitian selanjutnya dapat menggunakannya dalam jumlah yang bervariasi dengan tetap menggunakan variasi faktor air-semen yang sama.
4. Perlu adanya tenaga kerja yang memadai dengan tujuan mempermudah dan efisiensi pekerjaan.

6.UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh yang telah membantu menciptakan penelitian ini dan telah memberikan dukungan secara moril dan materil. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1.Bapak Yogie Risdianto, S.T., MT., sebagai dosen pembimbing.

2.Prof. Dr. Erina Rahmadyanti, S.T., M.T. sebagai Ketua Prodi S1 Teknik Sipil Universltas Negeri Surabaya.

3.Drs. H. Soeparno, M.T. sebagai Ketua Jurusan Teknik SipiI Universltas Negeri Surabaya.

4. Dr. Maspiyah, M.Kes. sebagai Dekan Fakultas Teknik UNESA.

5.Daniel Marthin Simanjutak sebagai rekan penelitian.

7.DAFTAR PUSTAKA

Mahendra, P., & Risdianto, Y. (2019). *Pemanfaatan Limbah Karbit Sebagai Material Pengganti Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Norma.* Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.

Moch. Ervianto, F. S. (2016). Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Bahan Zambut Atif (Flyash) Dan Zat Adiktif (Besmittel). *Sinergi*.

Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton.* Yogyakarta: Penerbit Andi.

Nawy, E. G. (2008). *Concrete Construction Engineering Handbook.* Chicago: CRC Press.

Nugraha , P., & Antoni. (2007). *Teknologi Beton.* Yogyakarta: Andi,2007.

PBI. (1971). *Peraturan Beton Bertulang Indonesia.* Bandung: Yayasan LPMB.

Pujianto, A. (2010). *Beton Mutu Tinggi dengan Bahan Tambah Superplastisizer dan Fly Ash.* Yogyakarta: Ilmiah Semesta Teknika.

SNI 1968. (1990). *METODE PENGUJIAN TENTANG ANALISIS SARINGAN.* Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.

SNI 1969. (2008). *Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.* Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.

SNI 1970. (2008). *Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus.* Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.

SNI 1972. (1990). *Metode pengujian slump beton.* Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.

SNI 1974. (2011). *Cara uji kuat tekan beton dengan beton silinder.* Bandung: Yayasan LPMB.

SNI 2049. (2004). *Semen Portland.* Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.

SNI 2495. (1991). *Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton.* Bandung: Yayasan LPMB.

SNI 2834. (2000). *Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal.* Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.

SNI 2847. (2013). *Persyaratan beton struktural untuk bangunan.* Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.

SNI 4156. (2008). *Cara uji bliding dari beton segar.* Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.

SNI 4804. (1998). *Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga udara dalam agregat.* Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.

UNESA
Universitas Negeri Surabaya